

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE “MEDICINA VETERINARIA”**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE
LA MIEL DE ABEJA (*Apis mellifera* L.) EN CENTRO DE
ACOPIO DE CUATRO REGIONES APÍCOLAS DE
GUATEMALA”**

DAVID AARÓN BARRIOS GONZÁLEZ

Médico Veterinario

GUATEMALA, ABRIL DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE “MEDICINA VETERINARIA”**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE
LA MIEL DE ABEJA (*Apis mellifera* L.) EN CENTRO DE
ACOPIO DE CUATRO REGIONES APÍCOLAS DE
GUATEMALA”**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

POR

DAVID AARÓN BARRIOS GONZÁLEZ

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, ABRIL DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez.
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo.
VOCAL I:	Lic. Sergio Amilcar Dávila Hidalgo.
VOCAL II:	MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno.
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco.
VOCAL IV:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez.
VOCAL V:	Br. Andrea Analy López García

ASESORES

LIC. EDGAR AMÍLCAR GARCÍA PIMENTEL
M.V. BLANCA JOSEFINA ZELAYA DE ROMILLO
M.V. GUSTAVO ENRIQUE TARACENA GIL

HONORABLE TRIBUNALEXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA MIEL DE ABEJAS (*Apis mellifera* L.) EN CENTROS DE ACOPIO DE CUATRO REGIONES APÍCOLAS DE GUATEMALA”

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Como requisito previo a optar al título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

DEDICATORIAS

A DIOS: Por permitirme alcanzar esta etapa de mi vida.

A MIS PADRES: Por su apoyo incondicional y ejemplo de vida, lleno de virtudes y valores.

A MIS HERMANOS: Por su cariño y amistad en este recorrido de la vida.

AL CENTRO UNIVERSITARIO CIUDAD VIEJA: Que me ha permitido incrementar mis valores profesionales, humanos y espirituales.

A MI QUERIDA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: Que me ha brindado las herramientas necesarias para mi desempeño profesional.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES: Porque en el transcurso de mi carrera me han apoyado y brindado su amistad sincera.

A MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN: Por brindarme su amistad y ejemplo de vida profesional.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	4
	2.1. General.....	3
	2.2. Específicos.....	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
	3.1. Miel.....	5
	3.1.1. Definición.....	5
	3.1.2. Composición	4
	3.2. Clasificación de la miel	4
	3.2.1. Por su origen Botánico.....	6
	3.2.1.1. Mieles de flores o miel de néctar.....	5
	3.2.1.2. Mieles monoflorales o uniflorales.....	5
	3.2.1.3. Mieles poliflorales, multiflorales o milflorales.....	5
	3.2.1.4. Miel de mielada.....	5
	3.2.2. Según su presentación comercial.....	5
	3.2.2.1. Miel líquida.....	5
	3.2.2.2. Miel en panales.....	6
	3.2.2.3. Miel con trozos de panal.....	6
	3.2.2.4. Miel cristalizada o granulada.....	6
	3.2.2.5. Miel cremosa o cremada.....	6
	3.2.3. Según su forma de producción.....	7
	3.2.3.1. Miel convencional.....	6

3.2.3.2. Miel Orgánica o ecológica.....	6
3.2.4. Según su destino.....	7.
3.2.4.1. Miel para consumo humano directo.....	7
3.2.4.2. Miel para la utilización en la industria.....	7
3.3. Características organolépticas de la miel.....	7
3.3.1. Color.....	7
3.3.2. Sabor.....	8
3.3.3. Olor.....	8
3.3.4. Consistencia.....	8
3.4. Características fisicoquímicas de la miel.....	8
3.5. Características microbiológicas de la miel.....	9
3.6. Factores antimicrobianos de la miel.....	16
3.7. Características de algunos microorganismos presentes en la miel.....	17
3.7.1. Bacterias aerobios mesófilos.....	17
3.7.2. Mohos y levaduras.....	17
3.7.3. Coliformes totales.....	18
3.7.4. Coliformes fecales.....	18
3.7.5. Clostridium spp.....	18
3.8. Calidad de la miel.....	19
3.9. Determinaciones microbiológicas en la legislación actual.....	20
3.10. Producción de miel.....	22
3.10.1. Producción de miel en Guatemala.....	22
3.11. Situación de la apicultura en Guatemala.....	22
3.12. Proceso de elaboración de miel.....	24

3.13.	Buenas prácticas de producción apícola.....	24
3.14.	Metodología de muestreo en miel.....	25
3.14.1.	Instrumentos.....	25
3.14.1.1.	Taladro.....	25
3.14.1.2.	Frasco Saca Muestra.....	25
3.14.1.3.	Pipeta sacamuestras.....	25
3.14.2.	Procedimiento para sacar la muestra global por recipiente...26	
3.14.2.1.	Miel cristalizada	26
3.14.2.2.	Miel liquida	26
3.14.3.	Obtención de muestras contenida en envases pequeños.....	27
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
4.1.	Localización.....	28
4.1.1.	Descripción del área de estudio.....	28
4.2.	Materiales.....	30
4.2.1.	Materiales para la recolección de muestras.....	30
4.2.2.	Materiales y equipo de Laboratorio.....	30
4.3.	Metodología.....	31
4.3.1.	Determinación del número de muestras y procedencia.....	31
4.3.2.	Muestreos en Centros de Acopio.....	32
4.3.2.1.	Miel en envases de campo (toneles, tambos, canecas, otros).....	32
4.3.3.	Boletas de muestreo y envío de laboratorio.....	32
4.3.4.	Rotulación e Identificación de Muestras.....	32
4.3.5.	Conservación y transporte de las muestras.....	33

4.3.6	Laboratorio responsable de los análisis.....	33
4.3.7.	Método de laboratorio según análisis.....	33
4.3.7.1.	Recuento total aerobio.....	33
4.3.7.2.	Recuento total de hongos y levaduras.....	34
4.3.7.3.	Determinación de coliformes totales	34
4.3.7.4.	Determinación de coliformes totales.....	34
4.3.7.5.	Análisis de Resultados.....	34
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
VI.	CONCLUSIONES.....	42
VII.	RECOMENDACIONES.....	43
VIII.	RESUMEN.....	44
	SUMMARY.....	45
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	46
X.	ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1.

Clasificación del color de la miel. Medido con el colorímetro de Pfund.....7

Cuadro No. 2.

Principales factores de calidad de la miel.....8

Cuadro No. 3

Parámetros microbiológicos de la miel para la Unión Europea.....20

Cuadro No.4.

Parámetros microbiológicos de la miel, Normativa Nacional.....21

Cuadro No. 5.

Tamaño de lote/número de muestras.....27

Cuadro No. 6.

Procedencia de las muestras de miel de abejas para el estudio.....28

Cuadro No. 7.

Producción de miel del año 2,011 en centros de acopio de cuatro
regiones apícolas del país y número de muestras.....31

Cuadro No. 8.

Número y porcentaje de muestras negativas y positivas al crecimiento
bacteriano y conteo promedio de unidades formadoras de colonias por
gramo de las muestras positivas.....35

Cuadro No. 9.

Número y porcentaje de muestras de miel de abejas que no cumplen
con los parámetros de la Unión Europea.....39

Cuadro No. 10.

Resultados de laboratorio de 50 muestras de miel de abejas provenientes de centros de acopio de cuatro regiones apícola de Guatemala.....55

Cuadro No. 11.

Número y porcentaje de muestras de miel de abejas que no cumplen con los parámetros de la Unión Europea por regiones evaluadas.....60

I. INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad que produce importantes beneficios a la agricultura y el medio ambiente por medio de la acción polinizadora de las abejas. También constituye una importante actividad económica con gran potencial de exportación. El consumo de miel a nivel mundial ha adquirido importancia debido a que constituye un producto natural más saludable que los edulcorantes industriales y es un alimento de gran valor nutricional para los seres humanos.

En todos los países de la región el principal producto de la apicultura es la miel, considerando que existe un total estimado de 500,000 colmenas. Actualmente los países exportadores son Guatemala, El Salvador y Nicaragua. Según el Banco de Guatemala actualmente se exporta miel principalmente a la Unión Europea (85% de la producción nacional). En el año 2011 se produjeron más de 2,600 toneladas; generó divisas al país (\$5.2 millones aproximadamente) y es fuente importante de trabajo para los apicultores, esto ha motivado al sector a adaptarse a las exigencias internacionales.

La miel como cualquier otro alimento, es susceptible a la contaminación por microorganismos patógenos en todo el proceso productivo y ponen en riesgo la salud del consumidor si no se tiene en cuenta las buenas prácticas apícolas y de manufactura durante su proceso. La tendencia actual de los mercados nacionales e internacionales muestra una creciente preocupación por la calidad y la inocuidad de los alimentos que se consumen. En el caso de la miel, las exigencias sobre su calidad e inocuidad, se centran en que el producto esté libre de contaminantes físicos, químicos y la ausencia de contaminación de origen microbiológico.

Aunque la miel posee propiedades antibacterianas por sus características físico-químicas (pH, actividad de agua (aw), entre otros) que hacen difícil el crecimiento de microorganismos, estudios realizados en otros países como Honduras, Costa Rica, México y Argentina, han demostrado la presencia de patógenos en niveles

por encima de los límites máximos aceptables. En Guatemala se han hecho varios estudios de las características físicoquímicas de la miel; pero poco se ha estudiado las características microbiológicas, por lo tanto, se desconoce la calidad microbiológica de la miel que se produce.

La calidad sanitaria de la miel en Guatemala está regida por el Acuerdo Gubernativo 969-99 y el Acuerdo Ministerial 169-2012 del MAGA, apoyado en las Normas Internacionales del “Codex Alimentarius” y las directrices de la Unión europea.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad microbiológica de la miel de abejas (*Apis mellifera L*) en centros de acopio de cuatro regiones apícolas de Guatemala. Con esto se determinó y cuantificó la presencia de microorganismos patógenos específicos, además se determinó si los niveles detectados se encuentran dentro de los parámetros establecidos en los estándares microbiológicos nacionales e internacionales.

Estos datos constituyen un aporte importante desde el punto de vista sanitario para la producción y comercialización de la miel del país. El análisis microbiológico nos permitió detectar los problemas en el manejo de la miel y proponer mejoras en la cosecha y post-cosecha.

II. OBJETIVOS

2.1. General:

Evaluar la calidad microbiológica de la miel de abeja (*Apis mellifera L.*) en centro de acopio de cuatro regiones apícolas de Guatemala (Suroccidente, Noroccidente, Suroriente y Norte).

2.2. Específicos

- Determinar las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de bacterias totales en la miel de abeja (*Apis mellifera L.*) por gramo.
- Determinar las Unidades Formadoras de Colonia de coliformes totales y *Escherichia coli* en la miel de abeja por gramo.
- Determinar las Unidades Formadoras de Colonias de hongos y levaduras en la miel de abeja por gramo.
- Determinar la presencia de *Clostridium spp.* en la miel de abeja por gramo.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Miel

3.1.1. Definición.

Se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de estas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que maduren y añeje (OIRSA. 2010).

3.1.2. Composición.

La miel se compone esencialmente de diferentes azúcares (75%), predominantemente fructuosa y glucosa además de otras sustancias como ácidos orgánicos, aminoácidos, enzimas, minerales, Vitaminas y partículas sólidas derivadas de la recolección (OIRSA 2010).

La miel contiene aproximadamente el 35% de glucosa, el 40% de fructosa y el 15% de agua y el 10% de productos misceláneos, con un 2% de sacarosa, así como proteínas, dextranos, ácidos orgánicos, aceites esenciales, residuales metabólicos provenientes del néctar floral, además de vitaminas, minerales, granos de polen, levaduras y bacterias (Blanco, O. s.f.).

3.2. Clasificación de la miel.

3.2.1. Por su origen Botánico.

La clasificación se deriva del estudio de las características organolépticas, físico - químicas y microscópicas de la miel que permitan determinar el predominio de los néctares de las especies vegetales de las cuales proceden. Para clasificar la miel según su origen botánico, se establecen las siguientes categorías:

3.2.1.1 Mieles de Flores o miel de néctar.

Es la miel obtenida principalmente de los néctares de las flores. Se distinguen:

- Mieles monoflorales o uniflorales:

Cuando el producto proceda primordialmente de flores de una misma familia, género o especie y posea características organolépticas, físico - químicas y microscópicas propias (OIRSA. 2010).

- Mieles poliflorales, multiflorales o milflorales:

En su composición se encuentra el néctar de varias especies vegetales, sin que ninguna de ellas pueda considerarse predominante (OIRSA. 2010).

- Miel de mielada:

Es la miel obtenida primordialmente a partir de secreciones de las partes vivas de las plantas o de insectos succionadores presentes en ellas (OIRSA. 2010).

3.2.2. Según su presentación comercial.

3.2.2.1. Miel líquida

Es la miel que se encuentra en estado líquido (OIRSA. 2010).

3.2.2.2 Miel en Panales.

Es la almacenada por las abejas en celdas operculadas de panales nuevos, contruidos por ellas mismas que no contengan larvas y comercializadas en panal operculado o secciones de tales panales (OIRSA. 2010).

3.2.2.3 Miel con trozos de panal.

Es la que contiene uno o más trozos de panales con miel, exenta de larvas (OIRSA. 2010).

3.2.2.4 Miel Cristalizada o granulada:

Es la que ha presentado un proceso de solidificación como consecuencia de la cristalización de la glucosa que puede ser natural o inducido (OIRSA. 2010).

3.2.2.4 Miel cremosa o cremada.

Es la que tiene una estructura cristalina fina, y puede haber sido sometida a un proceso físico que le confiera esa estructura que la haga fácil de untar (OIRSA.2010).

Según su forma de producción.

3.2.3.1 Miel convencional

La obtenida por métodos tradicionales de producción (OIRSA. 2010).

3.2.3.2 Miel Orgánica o ecológica.

La procedente de apiarios certificados como orgánico o ecológico (OIRSA. 2010).

3.2.4. Según su destino.

3.2.4.1 Miel para consumo humano directo.

3.2.4.2 Miel para la utilización en la industria.

Miel que cumple con ciertas características de calidad y no puede ser destinada para consumo humano directo (OIRSA. 2010).

3.3. Características organolépticas de la miel.

3.3.1. Color.

Desde casi incolora pasando por varias tonalidades de amarillo y del ámbar hasta el ámbar muy oscuro, pero siendo uniforme en todo el volumen del envase que la contenga (OIRSA. 2010).

El color de la miel de abeja se clasifica según el cuadro siguiente.

Tabla 1. Clasificación del color de la miel. Medido con el colorímetro de Pfund

Color	Mm
Blanco agua	0-8
Extra blanco	8-16
Blanco	16-34
Ámbar extra ligero	35-50
Ámbar ligero	51-84
Ámbar	85-114
Oscuro	115-140

Fuente: OIRSA. 2010

3.3.2. Sabor.

Característico a su origen floral (OIRSA. 2010)

3.3.3. Olor.

Característico a su origen floral (OIRSA. 2010).

3.3.4. Consistencia.

Fluida, viscosa o cristalizada total o parcialmente (OIRSA. 2010).

Las características organolépticas y fisicoquímicas de la miel están muy asociadas a su origen geográfico y botánico pero también a factores externos como el clima, el manejo de extracción y su almacenamiento (OIRSA. 2010).

3.4. Características fisicoquímicas de la miel.

Tabla 2. Principales factores de calidad de la miel

Características relacionadas con la madurez.	Límites permitidos.
Azúcares	65% mínimo
Humedad	19.5% máximo
Sacarosa aparente	5% máximo
Relación Fructuosa glucosa	Mayor o igual que 1
Conductividad eléctrica	0.8 mS límite general máximo

Características relacionadas con la limpieza.	
Sólidos insolubles en agua	0.1% máximo
Minerales (cenizas)	0.6 % máximo
Características relacionadas con el deterioro	
Acidez libre	40 mq/Kg máximo
Actividad de diastasa	8 mínimo (en la escala de Schade)
Hidroximetilfurfural (HMF)	40 mg/Kg máximo

Fuente: OIRSA. 2010.

Los principales factores de calidad que se utilizan en el comercio internacional de la miel son, además de sus características sensoriales (olor, color y sabor): humedad, cenizas, acidez, azúcares reductores, sacarosa aparente, y sólidos insolubles en agua. Hidroximetilfurfural, actividad diastásica, siendo estos dos últimos fuertemente influenciados por el calentamiento y el tiempo de almacenamiento de este producto. El contenido de HMF ha sido el que mayor importancia ha tenido durante los últimos años en el comercio internacional(OIRSA. 2010).

3.5. Características microbiológicas de la miel.

La carga microbiana de la miel, en principio, se puede considerar baja si se compara con otros productos de origen animal como la leche; debido a que es un medio hostil que se opone a la proliferación de los microorganismos. Aunque estos

pueden permanecer bajo la condición de viables durante largo tiempo, desarrollándose bajo circunstancias favorables (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

Se ha demostrado que las levaduras que contiene la miel proceden tanto del néctar como del contenido intestinal de las abejas. Las bacterias también tienen la última de la procedencia indicada. En la miel rara vez se encuentran estafilococos y bacterias entéricas. Los aislamientos habituales suelen ser levaduras acidófilas y levaduras glucolíticas las cuales son capaces de alterar el alimento (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

En una investigación realizada, los autores indicaron que los dos principales grupos de bacterias existentes en el néctar durante la fase de maduración para convertirse en miel pertenecen a los géneros *Gluconobacter* y *Lactobacillus* (McGregor, S. 1971)

En forma de esporas inactivas, algunas bacterias pueden sobrevivir aunque no desarrollarse en la miel (McGregor, S. 1971).

Dentro de las cargas microbianas normales de la miel de abeja, se encuentran ciertas bacterias y levaduras. Esta carga microbiana de la miel suele ser baja y proviene de la misma flora bacteriana y fúngica de las abejas, así como del néctar de las flores (microorganismos propios de la miel); generalmente va a estar constituida por esporas del género *Bacillus* (aunque en mieles recientes se pueden encontrar formas vegetativas) y por levaduras del género *Saccharomyces*, que, cuando crecen y se multiplican, son las causantes de la fermentación de la miel. Se trata de microorganismos que no tienen acción negativa sobre la miel y no son peligrosos para la salud humana pero si dañan la calidad de la miel (Fernández, L; Gallez, L. 2008).

Bajo algunas circunstancias pueden encontrarse en la miel, algunos microorganismos patógenos para las abejas, como *Bacillus larvae*, responsable de la loque americana, y *Bacillus alvei*, agente relacionado con la loque europea (Fernández, L; Gallez, L. 2008).

Los microorganismos con capacidad de evolucionar en un ambiente tan concentrado como los azúcares presentes en una miel, se conocen como osmófilos o sacarófilos. Estos microorganismos están en las flores, en el ambiente y el equipo utilizado en las operaciones de extracción de la miel; sobre todo en el envasado. Las flores se enriquecen de levaduras durante la polinización y cuando están en zonas donde existen frutos en descomposición (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

Por otra parte, se debe tomar en cuenta que una manipulación inadecuada durante la recolección, procesamiento y almacenamiento de la miel, puede llevar a su contaminación con microorganismos patógenos (secundarios ocasionales o accidentales) (Fernández, L; Gallez, L. 2008).

La presencia de bacterias coliformes (origen fecal) y/o abundancia de hongos y levaduras en la miel sugieren una falta general de higiene y saneamiento en la manipulación del alimento, en el proceso de extracción, envasado y/o almacenamiento (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

La alteración más frecuente que presentan las mieles durante su almacenamiento es debido al crecimiento de mohos y levaduras. Los mohos más comunes pertenecen al género *Penicillium* y *Mucor*; las levaduras son fundamentalmente del género *Saccharomyces* (Salamanca, G; Heano, C; Morena, G; Luna, A. s.f.).

Se han reportado casos de contaminación con *Bettsya alvei* o moho del polen. Éste se encuentra en la miel en forma de esporas pero no crea problemas a no ser que la miel gane humedad en su superficie por un mal calentamiento, pudiendo entonces desarrollarse y alterar el producto. Existe la posibilidad de contaminación de la miel a partir de hongos del tipo *Acosphaeraapis* (Orden *Acosphaerales*), además de la acción de *Acosphaera major* (Salamanca, G; Heano, C; Morena, G; Luna, A. s.f.).

La miel posee una carga de levaduras debido a que estos hongos unicelulares prosperan típicamente en ambientes con azúcares tales como frutos y flores. Estos se conocen como osmófilos o sacarofilos. Las levaduras pertenecientes al género *Saccharomyces* constituyen la microbiota de importancia comercial de la miel, ya que pueden causar la fermentación de la misma si la *a_w* (actividad del agua) es suficientemente elevada (por encima de 0,75). Incluso existe una levadura; *Zygosaccharomyces rouxii*, que puede crecer con una *a_w* inferior a 0,75. Una miel fermentada pierde sus características organolépticas originales, su acidez es mayor y posee un olor alcohólico indeseable. También se pueden encontrar levaduras banales; esta flora propia de la miel es introducida por la abeja en la colmena con el néctar, polen o mielato, o por las mismas abejas durante las operaciones de limpieza, al vincularlos sobre o dentro de su organismo. Otros agentes encontrados pertenecerían a los géneros *Schizosaccharomyces* y *Turula* (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

El número de células de levadura por gramo de miel resulta significativamente variable desde 1 a 100,000. Este número sin embargo no representa un índice de calidad como para establecer el grado de fermentación porque la actividad de agua y la temperatura son factores favorables para el proceso de fermentación de la miel. (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

En general, la acción de mohos y levaduras sobre alimentos edulcorados es meramente infectiva (*Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*), pero es a nivel de mohos donde se deben tomar precauciones y controles en virtud de la formación de micotoxinas (*Aspergillus* spp, *Fusarium* spp), no obstante ciertos mohos pueden generar intoxicaciones en niños o adultos con problemas digestivos (Polanco, G; Maya, M. 2004).

La miel que proviene de abejas infectadas de *Aspergillus flavus* (causante de la enfermedad criápétrea) no es segura para el ser humano. (McGregor, S. 1971).

La fermentación de la miel es causada por la germinación y desarrollo de levaduras que se encuentran normalmente en ella. Estas levaduras que pueden encontrarse de cualquier apiario, en el almacén de la miel y en la colmena pueden crecer en concentraciones más altas de azúcar que otras y se llaman osmófilas. El grado de contaminación de levaduras y la temperatura de almacenamiento influyen en la fermentación (McGregor, S. 1971).

Durante la extracción y beneficio, las fuentes de esta contaminación residen en la manipulación incorrecta de la miel durante la cosecha y envasado, el uso de material con deficientes procedimientos de desinfección, locales no apropiados incidencia del viento, presencia de insectos y permanencia de animales de compañía. Entre estos microorganismos existen diferentes géneros, pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae y algunos otros patógenos de las abejas (Polanco, G; Maya, M. 2004).

La presencia de enterobacterias en ciertos tipos de miel es indicio de una contaminación fecal originada más en las deficientes condiciones de extracción, beneficio y en la propia comercialización. Este parámetro ha adquirido relevancia

en el análisis de diferentes tipos de alimentos. Los miembros de la familia Enterobacteriaceae, son bacterias de forma bacilar, gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados y móviles que fermentan los azúcares. En este sentido y para un trabajo más amplio resulta conveniente sugerir la cuantificación de *Shigella*, *Edwardsiella*, *Proteus*, *Yersinia*, *Morganella* y *Erwinia* entre otras (Fernández, L; Gallez, L. 2008).

Algunos estudios han demostrado que determinados géneros de *Salmonella*, son capaces de resistir 34 días en la miel, cuando ésta se mantiene a 10° C, con lo que existiría un riesgo si el producto contaminado se emplea como ingrediente en la industria alimenticia o en el hogar (Salamanca, G; Heano, C; Morena, G; Luna, A. s.f.).

En un estudio realizado en Italia se encontraron microorganismos patógenos para el hombre en la miel como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereuse* incluso *Clostridium botulinum* tipo G, identificándose a la miel como posible fuente de contaminación en casos de botulismo infantil. (Polanco, G; Maya, M. 2004).

La miel ha sido reconocida como una fuente de esporas de *Clostridium botulinum* y ha sido fuertemente asociada al botulismo infantil, y aunque hasta ahora no se ha reportado un caso de botulismo por uso de la miel sobre heridas, existe un riesgo por el hecho de que la miel puede contener esporas de esta bacteria (Fernández, L; Gallez, L. 2008).

En un estudio realizado en Brasil en 1978 se encontró hasta un 7% de las mieles estudiadas, contaban con valores entre 1 a 10 esporos/Kg de *C. botulinum*. Debido a esta contaminación la Food and Drug Administration, Centro de Control y

Prevención de enfermedades y la Academia Americana de Pediatría han alertado sobre la peligrosidad de este agente, aconsejando evitar la ingesta de mieles en niños menores de un año (Fernández, L; Gallez, L. 2008)

Los análisis señalaron que las mieles de los tres flujos de néctares, se encuentran dentro de los rangos establecidos para los grupos indicadores de calidad, mientras que la presencia de anaerobios esporulados representa una fuente potencial de *Bacillus* y *Clostridium* (Polanco, G; Maya, M. 2004).

El hallazgo de muestras de miel contaminadas con microorganismos patógenos, justifica los análisis microbiológicos en la miel con el fin de garantizar la máxima calidad sanitaria (Fernández, L; Gallez, L. 2008).

En la obtención de miel se hace necesario que los cuadros seleccionados para la extracción y beneficio estén completamente operculados, de lo contrario los niveles de humedad influyen en las propiedades bacteriológicas de las muestras generando problemas de estabilidad (Mazariegos, A. 2006).

Estudios realizados en Honduras demostraron que un 16 % de las 64 muestras analizadas, estaban contaminadas con coliformes totales, hongos y levaduras por arriba de los límites permitidos (< 10 UFC/g) (Madariaga, D. 2005).

En Guatemala se han realizado estudios acerca de la calidad fisicoquímica de la miel pero muy pocos estudios de la calidad microbiológica; por lo que se desconoce la calidad microbiológica de la miel que se produce a nivel nacional.

En uno de los estudios realizados en la Finca Guardabarrancos en el Municipio de Pastores Departamento de Sacatepéquez los resultados del análisis de bacterias mesófilas por el método de recuento en placa, algunas muestras presentaron valores elevados (> 100000 UFC/g) respecto a lo establecido por la Norma Regional Europea (Mazariegos, A. 2006).

3.6. Factores antimicrobianos de la miel

Los valores de a_w (actividad del agua) de la miel de abeja se encuentran entre 0,56 y 0,62, valor que impide el crecimiento de casi cualquier microorganismo con excepción de algunas levaduras y bacterias osmofílicas. Sin embargo, si la miel es diluida, el a_w alcanzado ya no sería efectivo para inhibir el crecimiento de los microorganismos. La miel tiene un pH ácido (3.5 - 4.5); esta acidez se debe a la presencia de ácidos orgánicos y representa un importante factor antimicrobiano. El principal ácido orgánico presente en la miel es el ácido glucónico, producto de la acción de la glucosaoxidasa (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

Se han identificado varias sustancias en la miel con propiedades antimicrobianas; diversos estudios han encontrado que la principal actividad antimicrobiana se debe a la presencia de peróxido de hidrógeno producido por la enzima glucosa-oxidasa. También, los fitoquímicos, especialmente los flavonoides y ácidos aromáticos y los antioxidantes fenólicos son reconocidos por inhibir un amplio rango de bacterias Gram positivas y Gram negativas. Por otro lado, aun cuando la presencia de lisozima en la miel no está bien esclarecida, en algunos reportes se menciona ésta como uno de los antimicrobianos presentes en la miel (Salamanca, G; Heano, C; Morena, G; Luna, A. s.f.).

3.7. Características de algunos microorganismos presentes en la miel.

3.7.1. Bacterias aerobios mesófilos.

Los mesófilos aerobios son microorganismos que crecen de 10°C a 50°C con óptimo de crecimiento entre 20°C a 40°C. Las mieles cosechadas en ambientes tropicales exhiben en algunos casos bacterias del género *Bacillus* que se presentan en estado esporulado (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

3.7.2. Mohos y levaduras.

Son organismos heterotróficos carecen de clorofila y por lo tanto son incapaces de obtener energía solar y sintetizar sus propios alimentos (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

Estos se hallan muy difundidos en la naturaleza, en las frutas, granos y otras materias nutritivas que contiene azúcares; en el suelo (especialmente en los viñedos y en los huertos), en el aire, en la piel y en el intestino de animales y de algunos insectos (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

Los mohos en comparación con las levaduras necesitan menos humedad disponible para su crecimiento. Los mohos son de crecimiento lento si se comparan con las bacterias y levaduras. Las levaduras crecen mejor que la mayoría de las bacterias en sustratos que contienen elevadas concentraciones de solutos (de azúcar y sal por ejemplo) de ello se puede deducir que esta clase de levaduras necesita menos humedad que la mayoría de bacterias (Grupo Latino Editores. 2008).

Se han encontrado levaduras que crecen lentamente en medios con un a_w (actividad del agua) 0.62 y 0.65. El género *Syngosacharomyces* tiene la capacidad

de crecer en medios con elevada concentración de azúcar (se conoce con el calificativo de osmófilos) interviniendo en la alteración de la miel, jarabes y melaza. *Z. nussbaumeri*, *Z. mellis*, *Z. richteri* son especies que crecen en miel (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

3.7.3. Coliformes totales.

Son bacilos gram negativos no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tenso-activos con similares propiedades de inhibición de crecimiento. Son aerobios o anaerobios no facultativos que se multiplican a mayor rapidez a temperatura entre 30 °C y 37 °C, no tienen citocromo oxidasa y fermentan la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído en un período de 24 a 48 horas y crecen a grandes conteos en medios corrientes, como caldo y agar. Las principales especies de bacterias coliformes son *E. coli* y *enterobacter aerogenes* (Grupo Latino Editores. 2008).

3.7.4. Coliformes fecales.

Son microorganismos que tienen las mismas propiedades de los coliformes totales, pero con la diferencia que los coliformes fecales crecen a temperaturas de 44.5- o 45 °C. También se les designa como coliformes termorresistentes o termotolerantes. Estas bacterias indican la presencia de desperdicios humanos (excreta) o de animales en los alimentos. Estos microorganismos pueden causar síntomas agudos, por ejemplo diarrea, calambres estomacales, náuseas, dolor de cabeza. Esta situación presenta un peligro de salud para bebés, niños, jóvenes, algunas de las personas mayores y todo individuo que tenga problemas con el sistema inmune (Grupo Latino Editores. 2008).

3.7.5. Clostridium spp.

Bacteria productora de endospora, son anaerobias. Todas las especies son catalasa negativas. Algunas especies son potentes fermentadoras de los hidratos

de carbonos produciendo ácidos y gases. Las diferentes especies pueden ser mesófilas o termófilas y proteolíticas. El suelo es el principal origen de las especies de *Clostridium*, aunque también pueden proceder de ensilados en estado putrefacción, de los piensos y del estiércol (Frazier, W; Westhoff, D. 2003).

3.8. Calidad de la miel.

Actualmente las disposiciones internacionales en materia de calidad e inocuidad alimentaria, propuestas por la FAO y la OMS a través del “Codex Alimentarius” y la Unión Europea, recomiendan la aplicación de estrategias orientadas a lograr mejores alimentos sin riesgos para la población. Entre éstas figuran la aplicación de mecanismos para garantizar la rastreabilidad de los alimentos, la aplicación de Buenas Prácticas en la Producción, durante el Manejo y Envasado y el establecimiento del Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos y la trazabilidad, se fundamentan en gran medida en los aspectos de prevención considerados en las Buenas Prácticas, motivo por el cual estas adquieren mayor importancia (Madariaga, D. 2005).

Varias prácticas apícolas pueden reducir la calidad del producto extraído. Éstas incluyen con la combinación de tipos florales inferiores o mezclándolos, recogiendo la cosecha en momentos inadecuados, la extracción de la miel no madura, la extracción de panales de cría entre otros (McGregor, S. 1971).

Para ser de máxima calidad, la miel ya sea líquida, cristalizada o en panal debe estar bien madura, con un contenido adecuado de humedad; debe estar libre de agentes contaminantes (químicos físicos y biológicos) o sustancias extrañas, tales como el polen excesivo, polvo, partes de insecto, cera y cristales si es líquida; no debe fermentar y sobre todo debe tener sabor y aroma excelente, característicos del tipo de miel de que se trate. Debe por supuesto estar libre de mal olor y olor de cualquier origen. En realidad, entre más se parezca a la miel

madura que se encuentra en la celda del panal, mejor se considerará (Oyarzun, M; Figueroa, A; Tartanac, F. 2005).

3.9. Determinaciones microbiológicas en la legislación actual

La miel deberá estar exenta de sustancias inorgánicas u orgánicas extrañas a su composición tales como insectos, larvas, granos de arena y no exceder los máximos niveles tolerables para contaminaciones microbiológicas o residuos tóxicos. Su preparación deberá realizarse de conformidad con los Principios Generales sobre Higiene de Alimentos recomendados por la Comisión del “Codex Alimentarius”, FAO/OMS (Oyarzun, M; Figueroa, A; Tartanac, F. 2005).

Los criterios de calidad de la miel están especificados en una Directiva Europea y en los estándares del “Codex Alimentarius”, los cuales están en constante revisión (Mazariegos, A. 2006)

Tabla 3. Parámetros microbiológicos de la miel para la Unión Europea.

Grupo de Microorganismos	Microorganismos por gramo de miel (UFC/g) resultados analíticos límite legal
Aerobios mesófilos	1.10^4
Enterobacteriaceae total	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia
<i>Salmonella – Shigella</i>	Ausencia en 25 g
Mohos Levaduras totales	1.10^2

Fuente. (Mazariegos, A. 2006)

La calidad sanitaria de la miel en Guatemala está regida por el Acuerdo Gubernativo 969-99 y el Acuerdo Ministerial 169-2012 del MAGA, apoyado en las Normas Técnicas COGUANOR NTG 34097, Normas Internacionales del “Codex Alimentarius” y las Directrices de la Unión Europea.

Respecto a los estándares de calidad y sanidad de la cadena productiva de la miel, cabe resaltar que en Guatemala intervienen dos organismos del estado; el Ministerio de Salud, para alimentos destinados al mercado nacional; y el Ministerio de Agricultura a través del área de Inocuidad de los Alimentos no Procesados para el producto de exportación.

Los análisis químicos y microbiológicos deben realizarse en laboratorios oficiales o acreditados. En el caso de sustancias químicas y microbiológicas, la miel debe cumplir con los límites máximos establecidos en la legislación vigente; en el caso de exportaciones deberá cumplir con las normativas del país de destino.

Tabla 4. Parámetros microbiológicos de la miel, Normativa Nacional.

Agente	Límite máximo permisible
<i>Clostridium botulinum</i>	10 ² UFC/g
<i>Salmonella sp</i> y <i>Shigella sp</i>	Ausencia
Coliformes Totales	10 ² UFC/g
Coliformes fecales	10 ² UFC/g
Hongos y Levaduras	10 ² UFC/g

Fuente. Acuerdo Ministerial No. 169-2012. Ministerio de Agricultura ganadería y Alimentación.

3.10 Producción de miel.

Los principales países productores de miel a nivel mundial son China, Estados Unidos, Argentina, Turquía, México, Ucrania, India y Rusia, los que han mantenido una participación constante en el Mercado durante los últimos 5 años (Prensa Libre. 2007)

El comercio internacional de miel representa alrededor de 700 millones de dólares anuales, donde Alemania y Estados Unidos lideran las importaciones mundiales, alcanzado entre los dos a concentrar en el año 2004, el 65% del mercado internacional (Prensa Libre. 2007).

3.10.1 Producción de miel en Guatemala.

Guatemala es uno de los mayores productores de miel de Centro América. Según el Banco de Guatemala actualmente se exporta miel principalmente a la Unión Europea (85% de la producción nacional). En el año de 2009 se produjeron más de 2,600 toneladas que se convierten en un importante rubro de exportación; actividad que generó divisas al país (\$5.2 millones aproximadamente) y es fuente importante de trabajo para los apicultores principalmente. (Prensa Libre. 2007).

La producción apícola también tiene un importante impacto en la producción agrícola y forestal por su acción polinizadora, contribuyendo a la productividad de estos sistemas y aumentando la diversidad biológica (Blanco, O. s.f.).

3.11 Situación de la apicultura en Guatemala.

En general, el sector se caracteriza por ser una apicultura básica y poco tecnificada con rendimientos que no sobrepasan los 15 kilogramos por colmena anuales. Se estima que en el país existen unas 150 mil colmenas que son

administradas por unos dos mil quinientos apicultores, de los cuales el 98% solo produce miel. Los departamentos que poseen el mayor número de colmenas son San Marcos (14.5%), Santa Rosa (9.42%), y Huehuetenango con (9%). Mientras tanto, Izabal y Sacatepéquez son los departamentos con menor número de colmenas registradas (Alvarado, A. 2011).

En la actualidad existen por lo menos 21 centros de acopio para apicultores. y 30 organizaciones de apicultores aproximadamente. Los departamentos con mayor producción de miel son San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Huehuetenango, Peten, y Santa Rosa

Los sistemas de producción apícola en la región, manejan un rango muy abierto sobre el número de colmenas, se encuentran entre 10 y 150 por apiarios, al igual los años de experiencia se encuentran entre 2 y 40 años y los tipos de colmenas son diferentes. En algunas regiones no reciben ningún servicio de extensión o asistencia técnica por parte del gobierno u otra organización no gubernamental. Algunas organizaciones locales son las encargadas de los programas de asistencia técnica a nivel local (Alvarado, A. 2011).

La producción de miel en algunas regiones está influenciada por tres tipos de apicultores, y la variable de mayor peso es la cantidad de colmenas, esto inciden en diferente forma sobre el volumen total de miel producida (a mayor número de colmenas mayor producción; mayor rentabilidad). (Alvarado, A. 2011)

La producción de miel en el año 2011 fue variada en los principales centros de acopio de las diferentes regiones apícolas. En la región Norte: 272 TM, en la región Noroccidente: 302 TM, la región Suroccidente: 846 TM y la región Suroriente: 170 TM aproximadamente (Alvarado, A. 2011).

3.12 Proceso de elaboración de miel.

Desde el punto de vista técnico se distinguen diversos tipos de apiarios: los fijos, que se instalan en un lugar definitivo, generalmente protegidos por cercas y resguardos y los Apiarios migratorios o ambulatorios: que se utilizan para polinización a la vez que efectúan la labor de recolección del néctar (Alvarado, A. 2011).

En Guatemala algunos apicultores recolectan y envasan su miel. La miel es extraída de los panales por el apicultor, utilizando para ello la fuerza centrífuga de un extractor mecánico. Posteriormente pasa por un proceso de filtrado y es almacenado en toneles, caneca o cualquier otro recipiente y enviada a los centros de acopio, envasadoras o exportadoras. Por último la miel es envasada y distribuida en el mercado local o internacional.

3.13 Buenas prácticas de producción apícola.

Actualmente las disposiciones internacionales en materia de calidad e inocuidad alimentaria, propuestas por la FAO y la OMS a través del “Codex Alimentarius” y la Unión Europea, recomiendan la aplicación de estrategias orientadas a lograr mejores alimentos sin riesgos para la población. Entre estas figura la aplicación de mecanismos para garantizar la rastreabilidad de los alimentos, utilización de Buenas Prácticas en la Producción, durante el Manejo y Envasado, el establecimiento del Sistema de Análisis de Peligros así como el Control de Puntos Críticos y trazabilidad. Se fundamentan en los aspectos de prevención considerados en las Buenas Prácticas, motivo por el cual estas adquieren mayor importancia (Revista MAGA-ACTUAL. 2003).

La tendencia actual de los mercados internacionales exige la producción de alimentos inocuos, seguros y genuinos. Para ello se deben cumplir los

procedimientos relacionados con la higiene y la manipulación, establecidos en las Buenas Prácticas de Producción Apícolas y de Manufactura. La implementación de sistemas de mejoramiento y de Procedimientos Operativos Estándar de Sanitización (SSOP) en las plantas acopiadoras, procesadoras y fraccionadoras de miel asegura la calidad del producto final (Norma Chilena.NCh617. 2007).

3.14 Metodología de muestreo en miel.

3.14.1 Instrumentos.

3.14.1.1 Taladro:

Varilla de forma triangular o su equivalente (Norma Chilena.NCh617. 2007)

3.14.1.2 Frasco Saca muestra:

Consiste en un frasco de vidrio o recipiente de metal de 34 a 40 ml de capacidad, fijado por medio de una abrazadera a una varilla de longitud suficiente para llegar al fondo del recipiente donde está contenida la miel. El frasco tiene un tapón móvil unido a una cuerda, el frasco cerrado se introduce a varias profundidades dentro del envase que contiene el producto, en cada nivel de profundidad se quita el tapón para introducir miel (Norma Chilena.NCh617. 2007).

3.14.1.3 Pipeta sacamuestras:

Consiste en un tubo de vidrio o de metal de 50 mm de diámetro por 1000 mm de largo de extremos afinados, de aproximadamente 15mm de diámetro, y que tiene en la parte superior dos anillos que facilitan su manejo o equivalente (Norma Chilena.NCh617. 2007).

3.14.2 Procedimiento para sacar la muestra global por recipiente.

Sacar muestra global por recipiente de cada uno de los toneles que conforman el lote. La miel no se debe calentar para su homogenización (Norma Chilena. NCh617. 2007).

3.14.2.1 Miel cristalizada.

Si la miel esta cristalizada, realizar la extracción de la muestra con la ayuda de taladro o equivalente. Sacará aproximadamente 500 g (Norma Chilena. NCh 617. 2007).

3.14.2.2 Miel liquida

Para la miel liquida se puede proceder de dos maneras:

- **Miel liquida que se puede homogenizar:** Homogenizar previo a la toma de la muestra. Introducir la pipeta sacamuestra o equivalente, hasta extraer aproximadamente 500 gramos de muestra y trasvasiar a envases apropiados (si la miel presenta impurezas como ceras, restos de vegetales o de abejas en su superficie, arrastrar o eliminar dichas impurezas previo a la toma de muestra) (Norma Chilena.NCh617. 2007).

- **Miel liquida que no se puede homogenizar:** Extraer con el frasco sacamuestras, por lo menos tres porciones de aproximadamente 50 g cada una de los diferentes niveles y diferentes posiciones: inferior, medio y superior de cada tonel. Mezclar las proporciones del mismo tambor y constituir una sola muestra de aproximadamente 500 g (muestra global del recipiente) (Norma Chilena. NCh617. 2007).

3.14.3 Obtención de muestras contenida en envases pequeños

Seleccionar aleatoriamente el número de envases que se van a componer la muestra según el tamaño del lote, de acuerdo a la tabla siguiente.

Tabla 5. Tamaño de lote/número de muestras

Tamaño del lote	Número de muestras
Hasta 3 envases	La totalidad de los envases se muestrea
4 a 25 envases	3 envases
26 a 150 envases	4 envases
141 a 500 envases	5 envases
Más de 500 envases	7 envases

Fuente: (Norma Chilena. NCh617. 2007)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización.

Las muestras de miel de abeja se tomaron en los diferentes centros de acopio de cuatro regiones apícolas del país. Como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 6. Procedencia de las muestras de miel de abejas para el estudio

Región Apícola	No. Muestras
Norte	9
Suroriente	6
Noroccidente	10
Suroccidente	25

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de producción 2011.

4.1.1. Descripción del área de estudio

San Marcos se encuentra ubicado en la región sur occidental del país. Su extensión territorial es de 3.791 kilómetros cuadrados. Limita al norte con Huehuetenango, al sur con el océano Pacífico y Retalhuleu, al este con Quetzaltenango; y al oeste con el estado mexicano de Chiapas. Este departamento por la topografía del terreno posee diversidad de climas y por ende sus zonas de vida son diversas, se identifican siete zonas de vida bien definidas (Wikipedia. La Enciclopedia Libre. 2012).

Huehuetenango está situado en la región Nor-occidental del país y limita al norte y oeste, con los Estados Unidos Mexicanos (México), al sur con los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango y Totonicapán; y al este con el departamento de El Quiché. El departamento de Huehuetenango es de topografía variada, con montañas y cimas que exceden los 3.850 msnm en la Sierra de los Cuchumatanes y tierras bajas que descienden hasta unos 300 m. La climatología es forzosamente variada, también en relación con la elevación y sinuosidades del terreno. Sobresalen en este departamento, dos zonas de vida: La zona de bosque húmedo Montano bajo subtropical y la zona de bosque muy húmedo Montano bajo subtropical (Wikipedia. La Enciclopedia Libre. 2012).

Santa Rosa se encuentra situado en la región Sudeste de Guatemala, su cabecera departamental es Cuilapa. Limita al Norte con los departamentos de Guatemala (departamento) y Jalapa; al Sur con el Océano Pacífico; al Este con el departamentos de Jutiapa; y al Oeste con el departamento de Escuintla. Por su configuración geográfica que es bastante variada, sus alturas oscilan entre los 214 y 1,330 msnm, con un clima que varía desde el frío en las montañas hasta el cálido en la costa del Pacífico, pero generalmente templado. En este departamento predomina el Bosque Muy Húmedo Subtropical Templado bmh– S (t) (Wikipedia. La Enciclopedia Libre. 2012).

Petén es un departamento de Guatemala situado su extremo septentrional. Limita al norte con México; al sur con los departamentos de Izabal y Alta Verapaz; al este con Belice; y al oeste con México. Posee una extensión territorial de 35.854 km², lo que lo convierte en el departamento más extenso de Guatemala. Este departamento, por el tipo de topografía existente en su terreno, cuenta con dos zonas de vida. Estas son: Bosque húmedo subtropical cálido (bh-SC), Bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-SC). (Wikipedia. La Enciclopedia Libre. 2012).

4.2 Materiales.

4.2.1. Materiales para la recolección de muestras

- Guantes de látex desechables Tipo quirúrgico
- Paletas de madera estéril (Tipo baja lengua) para muestrear miel en tambos pequeños
- Bolsas y marchamos estéril desechables
- Varillas de acero inoxidable, con protector de tubo plástico, para muestrear miel en toneles
- Frascos de plásticos herméticos de 100 ml
- Bolsas y marchamos
- Toallas de papel desechable
- Cajas de transporte de muestras
- Marcadores indelebles
- Vehículo
- Cámara fotográfica

4.2.2. Materiales y equipo de Laboratorio.

- Medios de cultivos (Agar Platecount, Agar CookedMeat, Agar Papa Dextrosa, Agar Bilis Rojo Cristal Violeta).
- Balanza
- Incubadora bacteriológica 37°C
- Balanza semianalítica
- Campana bacteriológica
- Asas bacteriológicas
- Tubos de ensayo
- Pipetas volumétricas
- Cajas de petri estériles de vidrio

- Agua peptonadabuferada
- Rejillas de metal

4.3. Metodología

4.3.1 Determinación del número de muestras y procedencia.

Para la obtención del número muestras se consideró la normativa de la Unión europea; esta recomienda tomar 10 muestras por cada 300 TM de producción (Madariaga, D. 2005).

Tabla 7. Producción de miel del año 2,011 en centros de acopio de cuatro regiones apícolas del país y número de muestras.

Región	Producción (TM)	Numero de muestras
Norte	272	9
Suroriente	170	6
Noroccidente	302	10
Suroccidente	748	25
Total	1492	50

Fuente: Investigación propia.

Los centros de acopio se eligieron por la cantidad de producción y exportación de miel de abeja.

4.3.2. Muestreos en Centros de Acopio.

4.3.2.1 Miel en envases de campo (toneles, tambos, canecas, otros)

Se identificó la cantidad de lotes presentes en el centro de acopio. Los lotes a muestrear se seleccionaron al azar. Comúnmente, en los centros de acopio el lote se define como la miel aportada por un mismo apicultor y cada muestra representó un lote.

Se utilizó una varilla de acero inoxidable con protector de tubo plástico, para la toma de muestra.

Cada muestra fue de 100 ml, y fue depositada en frascos plásticos estériles, herméticos, de boca ancha y tapa de rosca.

4.3.3 Boletas de muestreo y envío de laboratorio

El registro de toma de muestra y el envío al laboratorio de las muestras se hizo en boletas. En estas se identificaron las muestras y se anotaron el tipo de análisis requerido respectivamente (Ver anexo 1 y 3). Se anoto en ellas observaciones pertinentes al muestreo que aportaron información relevante para la discusión de resultados.

4.3.4. Rotulación e Identificación de Muestras

La rotulación e identificación de las muestras, correspondió al código de lote asignado por el centro de acopio para conservar su identidad (ver anexo 2).

La rotulación de los frascos conteniendo muestras de miel se realizó de tal manera que permitió una exacta rastreabilidad hacia el origen de cada muestra, colocando el mismo código de muestra que se colocó en la boleta de muestreo.

4.3.5. Conservación y transporte de las muestras

Los frascos con las muestras fueron colocados en, cajas y hieleras, evitando derrames o rupturas. Manteniéndose alejadas del calor excesivo y de contaminación por cualquier medio.

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio en condiciones adecuadas de conservación en un plazo no mayor a siete días. Para el envío de las muestras al laboratorio, se acompañaron las mismas con la boleta respectiva de identificación.

4.3.6 Laboratorio responsable de los análisis

Las muestras se enviaron para su análisis al Laboratorio LASER (5a. Avenida 2-84 Zona 1, Lomas de Portugal, Mixco, Guatemala y Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos (Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala). En los análisis realizados, se determinó: Unidades Formadoras de Colonia de bacterias totales por gramo (UFC/g), UFC/g de coliformes totales y fecales, UFC/g. de mohos, levaduras y presencia de *Clostridium spp.* por gramo.

4.3.7. Método de laboratorio según análisis

4.3.7.1. Recuento total aerobio.

Se pesó 10 g de la muestra de miel y se diluyó en 90 ml de agua peptonada estéril 0.1 % (APE). Se realizaron diluciones decimales hasta 10^{-4} en APE 0.1 %

y a partir de cada una se inoculó en agar PCA por el método de vertido en placa, cada dilución se sembró por duplicado y se incubó a 35°C por 7 días en atmósfera aerobia.

4.3.7.2. Recuento total de hongos y levaduras.

Se pesó 10 g de la muestra de miel y diluyó en 90 ml de agua peptonada estéril 0.1 % (APE). Se realizaron diluciones decimales hasta 10^{-4} en APE 0.1 % y a partir de cada una se inoculó por esparcimiento en placas de Agar Papa Dextrosa Acidificado y se incubaron a temperatura ambiente durante una semana.

4.3.7.3. Determinación de *Clostridium spp.*

Se pesó e inoculó 1-2 g de miel en tubos con 15 ml de medio CookedMeat por duplicado y se incubó a 35°C por 3 días.

4.3.7.4. Determinación de Coliformes totales

Se pesó 10 g miel más 90 ml de agua peptonada 0,1%. Se sembró en placas de Agar Bilis rojo Cristal violeta (VRB), se incubó a 35°C por 24 horas.

4.3.7.5. Análisis de Resultados.

Para el análisis de datos se utilizó estadística descriptiva, medias, y distribución porcentual. Los resultados se presentan en forma de tablas y gráficas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 50 muestras de miel de abeja provenientes de centros de acopio de cuatro regiones apícolas de Guatemala. Se obtuvieron los siguientes resultados (ver anexo 7).

Tabla 8. Número y porcentaje de muestras negativas y positivas al crecimiento bacteriano y conteo promedio de unidades formadoras de colonias por gramo de las muestras positivas.

Análisis	Muestras				Promedio de UFC/g de muestras positivas
	Negativas		Positivas		
	No.	%	No.	%	
Bacterias totales	33	66	17	34	15,376
Coliformes Totales	48	96	2	4	1,250
<i>E. coli</i>	50	50	0	0	0
Hongos y levaduras	46	96	4	8	1,075
<i>Clostridium spp.</i>	50	100	0	0	0

Fuente: Investigación propia.

Del total de muestras analizadas el 66% fueron negativas y 34% fueron positivas al recuento de bacterias totales con un promedio de 15,376 UFC/g. (ver cuadro 8 y gráficas 1 y 2). La miel con alto crecimiento de bacterias totales (hasta 10,000 UFC/g) puede ser aceptable cuando la presencia de hongos y levaduras es baja y se encuentra libre de Coliformes totales y fecales. Si los recuentos de bacterias totales son altos en la miel se debe probablemente a la contaminación

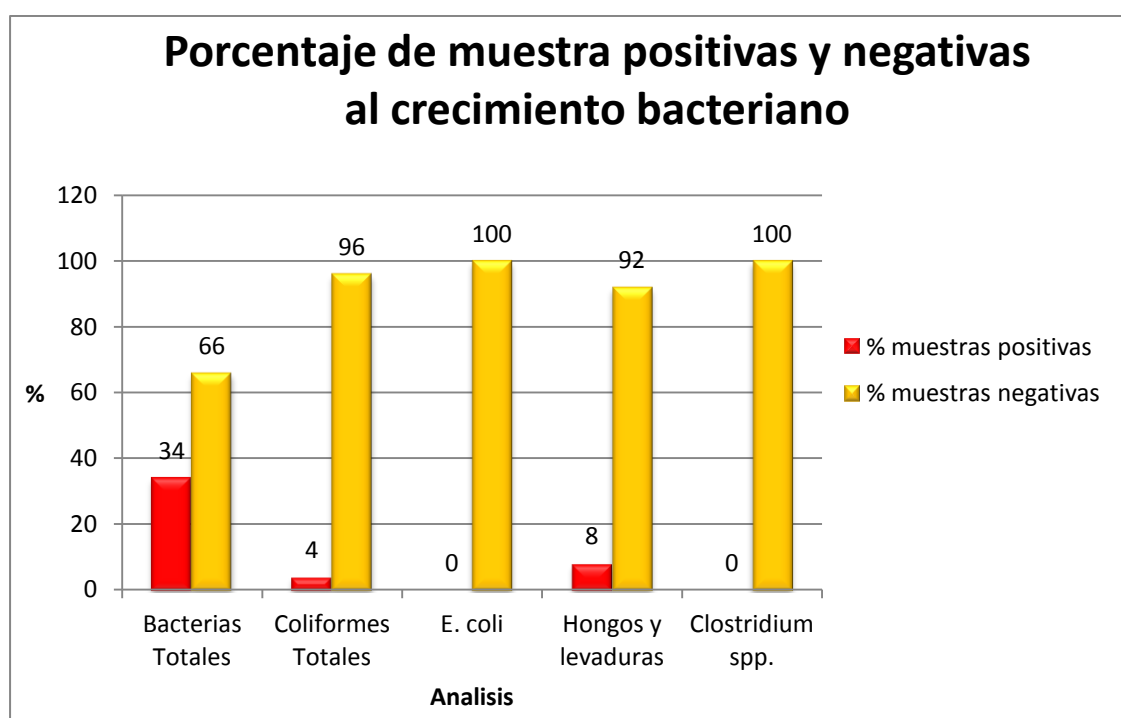
por una manipulación inadecuada durante y después de la extracción del producto (Polanco, G; Maya, M. 2004).

Del total de muestras analizadas el 96% fueron negativas y solo el 4% fueron positivas al recuento de coliformes totales; con un promedio de 1,250 UFC/g. Todas las muestras analizadas fueron negativas a *E. coli* (ver cuadro 8 y gráficas 1 y 2). Estos microorganismos son muy susceptibles a factores ambientales extremos y su desarrollo se inhibe a pH ácidos (menores a 4,0); debido a que la miel presenta estas características, el hallazgo de alto crecimiento de estos microorganismos, dependerá del mal manejo, del tiempo transcurrido hasta la ejecución del análisis y de la calidad de la miel. (Salamanca, G; Heano, C; Morena, G; Luna, A. s.f.).

De total de muestras analizadas el 92% fueron negativas y 8% fueron positivas a recuento de hongos y levaduras; con un promedio de 1,075 UFC/g. (ver cuadro 8 y Gráficas 1 y 2). Se pudo haber tenido un mayor recuento de hongos y levaduras en este estudio, puesto que de los microorganismos presentes en la miel de abejas estos son los más comunes y provienen de la misma flora fúngica de las abejas, así como del néctar de las flores y del ambiente. Generalmente las levaduras presentes en la miel son del género *Saccharomyces*, que, cuando crecen y se multiplican, son las causantes de la fermentación y afectan su calidad fisicoquímica. (Salamanca, G; Heano, C; Morena, G; Luna, A. s.f.).

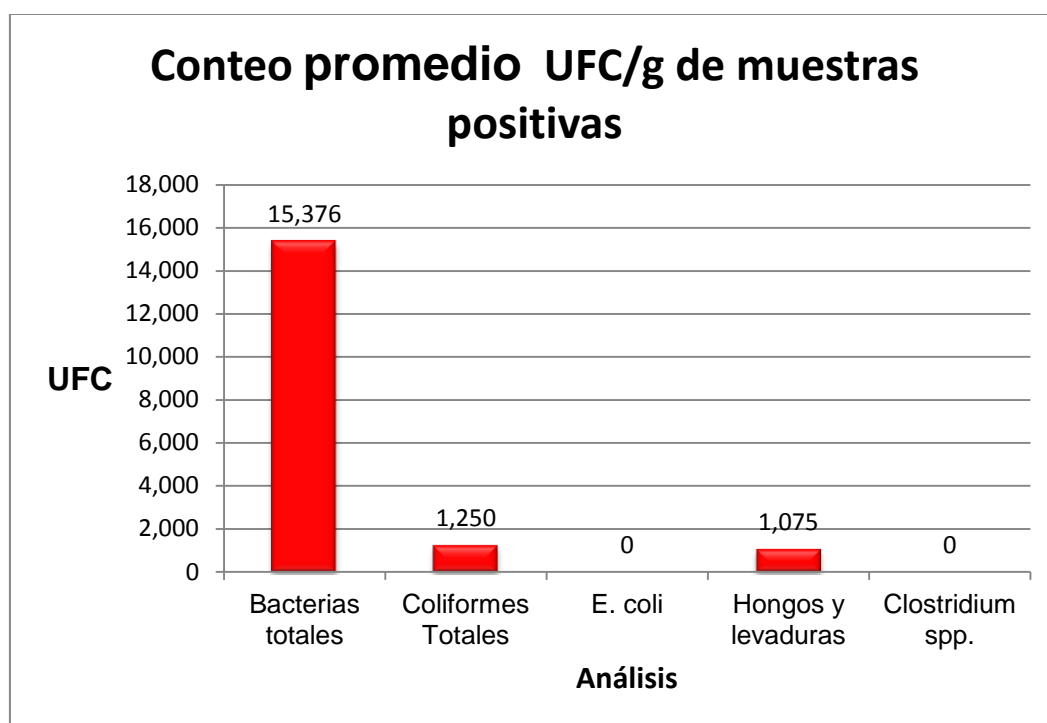
No se detectó la presencia de *Clostridium spp.* Sin embargo, esto no indica que no exista la posibilidad de encontrar *Clostridium spp.* en las mieles comercializadas en el país, ya que en Brasil y México, estudios han confirmado la presencia de *Clostridium botulinum* en 13% de las muestras de miel de abeja (20). Además es común encontrar esporas de esta bacteria en el suelo y el ambiente; y contaminan fácilmente la miel si no se tienen los cuidados necesarios (Polanco, G; Maya, M. 2004).

Gráfica 1: Porcentaje de muestras negativas y positivas al crecimiento de microorganismos de un total de 50 muestras de miel analizadas.



Fuente: Investigación propia.

Gráfica 2: Conteo promedio de unidades formadoras de colonias por gramo presentes en la miel de abejas.



Fuente: Investigación propia.

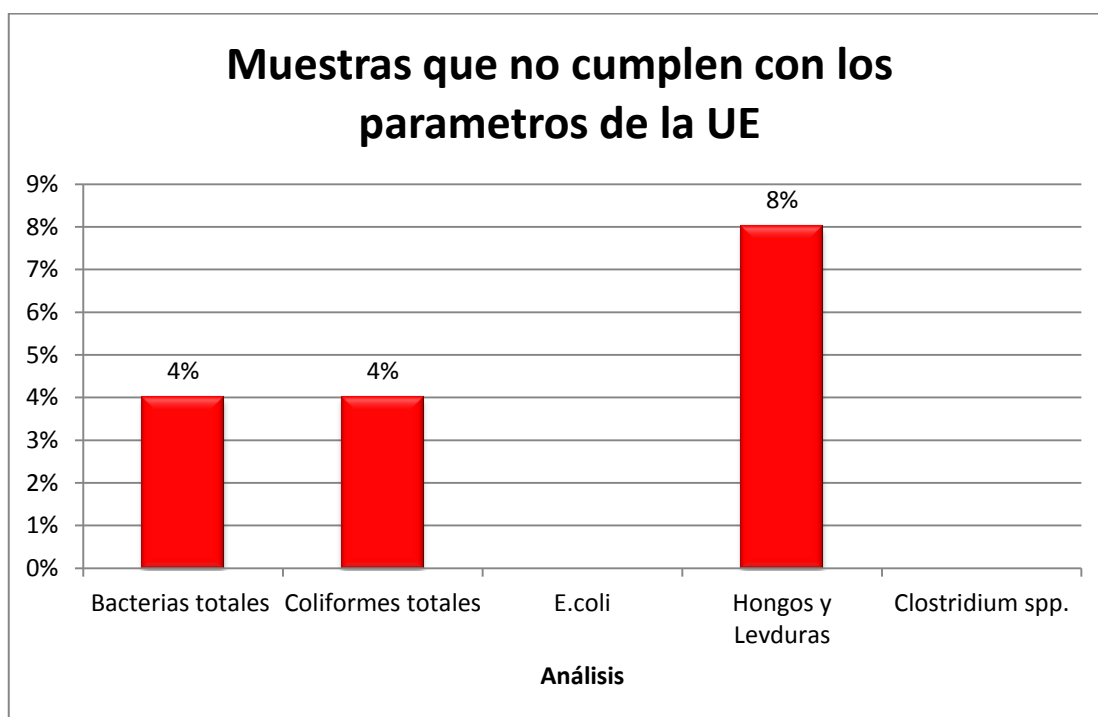
Tabla 9. Número y porcentaje de muestras de miel de abejas que no cumplen con los parámetros de la Unión Europea.

Análisis	Parámetros de la miel para la Unión Europea	Muestras que no cumplen con los parámetros de la Unión Europea	
		No.	%
Recuento bacterias Totales	10,000 UFC/g	2	4
Coliformes totales	Ausencia	2	4
<i>E. coli</i>	Ausencia	0	0
Hongos y levaduras	100 UFC/g	4	8
<i>Clostridium spp.</i>	Ausencia	0	0
Total de muestras positiva		8	16

Fuente: Investigación propia.

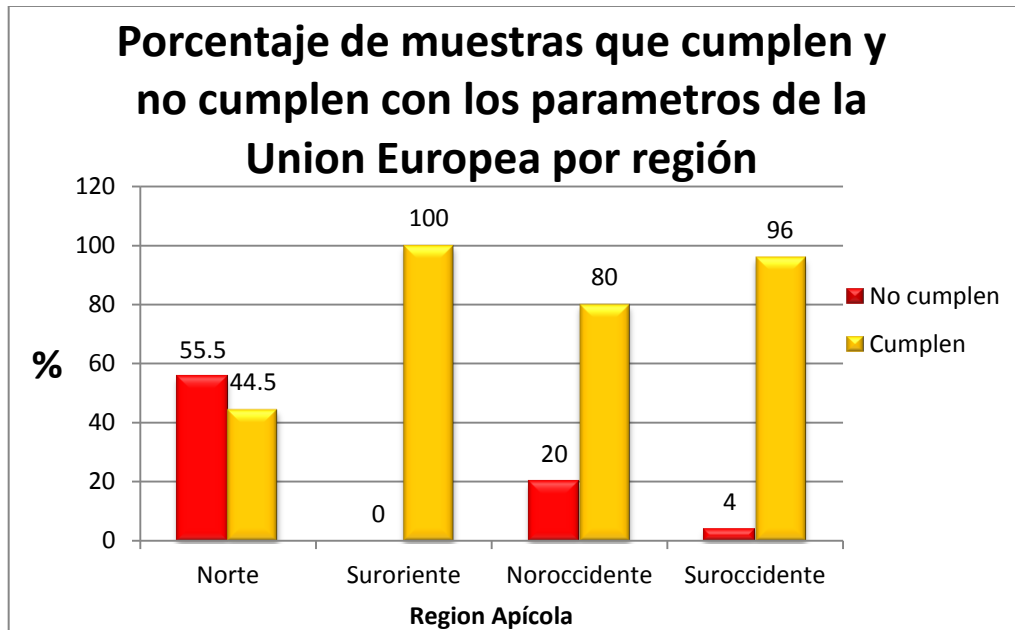
Las muestras positivas al recuento bacteriano se compararon con los parámetros microbiológicos de la miel para la Unión Europea como se muestra en el cuadro 9. El 4% de las muestras analizadas de bacterias totales, el 4% de coliformes totales y el 8% de hongos y levaduras no cumplen con los límites permitidos por la Unión Europea. Debido a que no hubo crecimiento de *E. coli* ni de *Clostridium spp.*; todas las muestras analizadas cumplen con lo establecido por la Unión Europea. Un total de 8 muestras que representa el 16% de las 50 muestras analizadas no cumplen con los parámetros de la Unión Europea. (Ver Gráfica 3.

Gráfica 3. Porcentaje de muestras que no cumplen con los parámetros microbiológicos de la Unión Europea para la miel de abejas.



Fuente: Investigación propia.

Gráfica 4. Porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen con los parámetros establecidos por la Unión Europea por región apícola evaluada.



Fuente: Investigación propia.

En la gráfica 4. Podemos ver que de las muestras analizadas por cada región apícola, la región Norte es la que presenta mayor porcentaje de muestras que no cumplen con los parámetros establecidos por la Unión Europea siendo esta el 55.5% y solo el 44.5% de las muestras cumple. En la región Noroccidente el 80% cumplen y el 20% no cumplen. En la región Suroccidente el 96% cumplen mientras que el 4% no cumplen. En la región suroriente todas las muestras analizadas cumplen con los parámetros establecidos por la Unión Europea (Ver anexo 8). De las muestras analizadas de la región Norte que no cumplen con los parámetros establecidos por la Unión Europea, se debe a las malas prácticas apícolas y de manufactura en los apiarios y en los centros de acopio respectivamente, esto se pudo observar al momento de la toma de muestras y en las entrevistas hechas a los apicultores.

VI. CONCLUSIONES

1. Existe contaminación microbiológica de la miel de abejas proveniente de Centros de acopio de las cuatro regiones apícolas de Guatemala analizadas.
2. De las 50 muestras de miel de abejas analizadas, el 66% fueron negativas y el 34% fueron positivas al recuento de bacterias totales.
3. El 96% de las muestras analizadas fueron negativas y 4% fueron positivas al recuento de coliformes totales.
4. EL 92% de las muestras analizadas fueron negativas y 8% fueron positivas al recuento total de hongos y levaduras.
5. Todas las muestras analizadas fueron negativas a *E. coli* y no se detectó la presencia de *Clostridium spp.*
6. El 16% de las 50 muestras analizadas no cumple con los parámetros microbiológicos de la miel para la Unión Europea.
7. De las muestras analizadas por cada región apícola, el porcentaje que no cumple con los parámetros microbiológicos de la miel para Unión Europea fueron: en la región Norte el 55.5%, en la región Noroccidente el 20%, y en la región Suroccidente el 4%.
8. En la región Suroriente el 100% de las muestras analizadas si cumplen con los parámetros microbiológicos de la miel para la Unión Europea.

VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar las buenas prácticas apícolas y de manufactura en las unidades de producción y centros de acopio respectivamente.
2. Evaluar la calidad microbiológica de la miel de abejas, tomando las muestras directamente del panal, para determinar el grado de contaminación primaria de la misma.
3. Realizar análisis de rutina para determinar la calidad microbiológica de la miel de abejas.

VIII. RESUMEN

Se evaluó la calidad microbiológica de 50 muestras de miel de abejas (*Apis mellifera* L.) provenientes de centros de acopio de cuatro regiones apícolas del país: Suroccidente, Noroccidente, Norte y Suroriente. Para la obtención del número de muestras se consideró la normativa de la Unión Europea; esta recomienda tomar 10 muestras por cada 300 toneladas de producción. En cada muestra se determinó las unidades formadoras de colonias de bacterias totales, coliformes totales, *E. coli*, *Clostridium spp*, hongos y levaduras.

Del total de muestras analizadas, el 66% fueron negativas y el 34% fueron positivas al recuento de bacterias totales, el 96% fueron negativas y el 4% fueron positivas al recuento de coliformes totales, el 92% fueron negativas y el 8% fueron positivas a recuento total de hongos y levaduras. Todas las muestras analizadas fueron negativas a *E.coli* y *Clostridium spp*.

Los resultados del análisis de las 50 muestras de miel de abejas se compararon con los límites permitidos por la Unión Europea, el 16% de las muestras no cumplen con los parámetros microbiológicos de la miel para la Unión Europea. Por último, de las muestras analizadas por cada región apícola, el porcentaje que no cumple con los parámetros microbiológicos de la miel para Unión Europea fueron: en la región Norte el 55.5%, en la región Noroccidente el 20%, y en la región Suroccidente el 4%. En la región Suroriente el 100% de las muestras analizadas cumplen con los parámetros microbiológicos de la miel para la Unión Europea. Estos datos constituyen un aporte importante desde el punto de vista de salud pública por la importancia de la producción y comercialización de la miel a nivel nacional e internacional.

SUMMARY

It was evaluated the microbiological quality of 50 samples of honey (*Apis mellifera* L.) from collection centers of four beekeeping regions of the country: Southwest, northwest, north and southeast. To obtain the number of samples the normative of European Union was considered; this entity recommend to take 10 samples for every 300 tons of production. The colony forming units of total bacteria, total coliform, *E. Coli*, *Clostridium spp*, fungi and yeast was determined in each sample.

Of the total analyzed samples, 66% were negative and 34% were positive in the count of total bacteria, 96% were negative and 4% were positive in the count of total coliform, 92% were negative and 8% were positive in the count of total fungi and yeast. All the analyzed samples were negative in the count of *E. coli* and *Clostridium spp*.

The results of the analysis of the 50 samples of honey were compared to the limits allowed by the European Union, 16% of the samples fail to fulfill the microbiological parameters of the honey for the European Union. Finally, from the samples that were analyzed for each beekeeping region, the percentage that did not met the microbiological parameters of the honey for the European Union were: in the North region 55.5%, in the Northwest region 20% and in the Southwest region 4%. In the Southeast region 100% of the analyzed samples fulfill the microbiological parameters of the honey for the European Union. These data constitute an important contribution from the point of view of public health for the importance of production and commercialization of honey at national and international level.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado, A. 2011. Caracterización de la flora apibotánica en la zona de influencia de la Asociación de Apicultores de Sur Occidente de Guatemala (ASADOC) en el Municipio de Coatepeque, Quetzaltenango, Guatemala. Universidad de San Carlos. Tesis Lic. Zoot. USAC – FMVZ. p.9 - 12.
2. Blanco, O. s.f. Todo sobre miel (en línea). Consultado el 12 de febrero de 2012. Disponible en http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/miel/-131_todo_sobre_miel.pdf.
3. Fernández, L; Gallez, L. 2008. Calidad microbiológica de las mieles del sistema Serrano de Ventanía. Revista Agro UNS, Universidad Nacional del Sur, Argentina. N° 9 (revista)
4. Frazier, W; Westhoff, D. 2003. Microbiología de los alimentos. 4 ed. Zaragoza, ES., Editorial Acribia, S.A. p. 23-74.
5. Grupo Latino Editores. 2008. Ciencia, Tecnología e Industria de los alimentos. Impreso en Colombia p. 53 – 68.
6. León, MC. 1982. Evaluación de la calidad de miel de Abejas sin marca comercial, que se expende en la ciudad de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos. Tesis Lic. Químico Farmacéutico, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 42 p.
7. McGregor, S. 1971. La apicultura en los Estados Unidos. Departamento de los Estados Unidos de América. Servicio de Investigación Agrícola. 120 p.

8. Madariaga, D. 2005. Caracterización físico-química y microbiológica de la miel de abeja de cinco departamentos de Honduras. Zamorano (Proyecto de investigación carrera de Ingeniería Agroindustrial). 35 p.
9. Mazariegos, A. 2006. Determinación de la actividad de la enzima diastasa y análisis microbiológico en miel producida en la finca El Guardabarranco, municipio de Pastores, departamento de Sacatepéquez: Universidad de San Carlos Tesis Lic. Químico Farmacéutico, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 44 p.
10. Norma Chilena.NCh617. 2007. Miel de abeja- Método de muestreo (en línea). Consultado 20 mar. 2012. Disponible en http://www.chilealimentos.com/medios/2008/e_Normativas_Nacionales/INN/Consulta_Publica/IN-miel_version_final_metodo_Muestreo.pdf
11. OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, NI). 2010. Manual de Buenas Práctica Apícolas. Managua Nicaragua. 40 p.
12. Oyarzun, M; Figueroa, A; Tartanac, F. 2005. Oportunidad de mejoramiento en la calidad de inocuidad de la cadena productiva de la miel en Chile. Santiago, CH., Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. 89 p.
13. Polanco, G; Maya, M. 2004. Evaluación de la calidad sanitaria de la miel de abeja producida en el estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, México (en línea), consultado el 4 de marzo de 2012. Disponible en http://www.pncta.com.mx/pages/pnctainvestigaciones04iassp?page=04_214

14. Prensa Libre. 2007. Producción rural contribuye a las exportaciones (en línea). Consultado 6 feb. 2012. Disponible en http://www.prensalibre.com/noticias/Produccion-ruralcontribuyeexportaciones_0_145186316.html.
15. Revista MAGA-ACTUAL. 2003. (en línea). Consultado 20 mar. 2012. Disponible en http://www.maga.gob.gt/maga_content/magactual/2005septoct/miel.html.
16. Rodríguez, P. 2010. Programa nacional de muestreo de miel de abeja (*Apis Mellifera L.*) Dirección de alimentos, MAGA, Guatemala. 14 p.
17. Salamanca, G; Heano, C; Morena, G; Luna, A. s.f. Características microbiológicas de las mieles tropicales *Apis mellifera*. Departamento de Química, Secretaria de salud de Tolima, Colombia (en línea). Consultado 5 feb. 2012. Disponible en <http://www.beekeeping.com/articulos/salamanc-a/-caracteristicas.microbiologicas.mieles.html>
18. Wikipedia. La Enciclopedia Libre. 2012. Guatemala. (en línea). Consultado do 15 mar. 2012. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Guatemala>

X. ANEXOS

9.1. Boleta de muestreo.

No. Muestra_____ Código apicultor_____ Fecha_____

Nombre del establecimiento_____

Nombre del Encargado del Establecimiento_____

Localizacion_____

Tel._____ E mail_____

Observaciones.

F_____

Responsable del muestreo

F_____

Encargado del establecimiento

9.2. Boleta de identificación de muestras

Identificación de Muestras.

No. Muestra_____ Código de Apicultor_____ Fecha_____

Nombre del Establecimiento_____

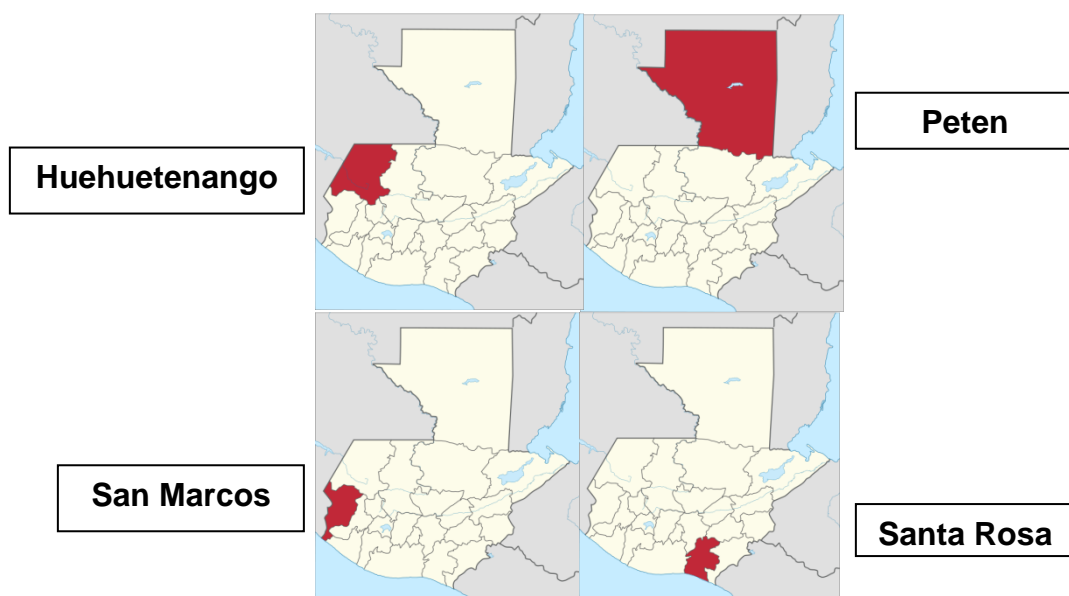
Localización_____

9.3. Boleta de envío de muestras para análisis de laboratorio

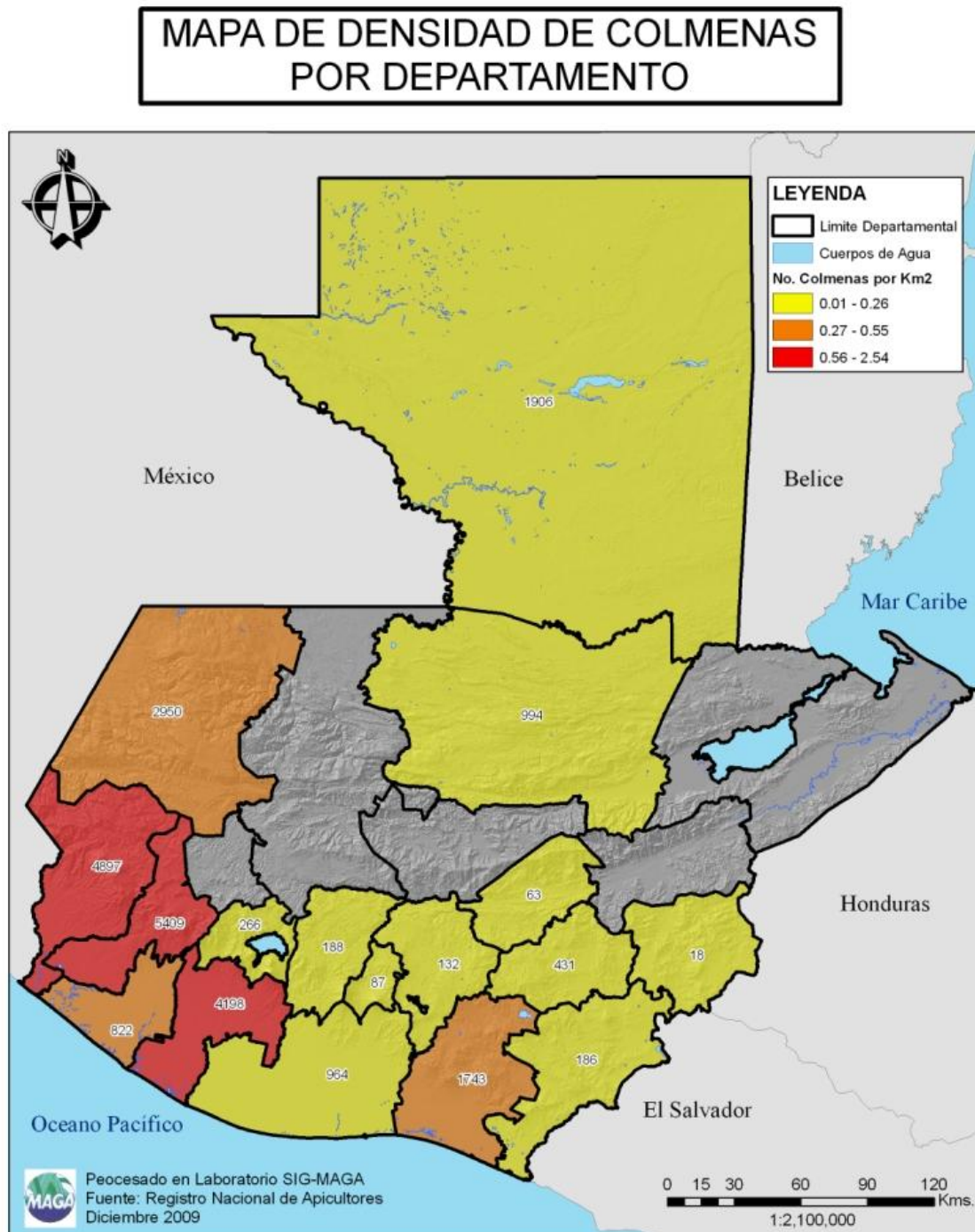
Laboratorio_____
Dirección_____
Descripción de Muestra_____
Fecha _____

No.de muestra	Código del apicultor	Análisis Requerido

9.4. Mapas ubicando el área de estudio.

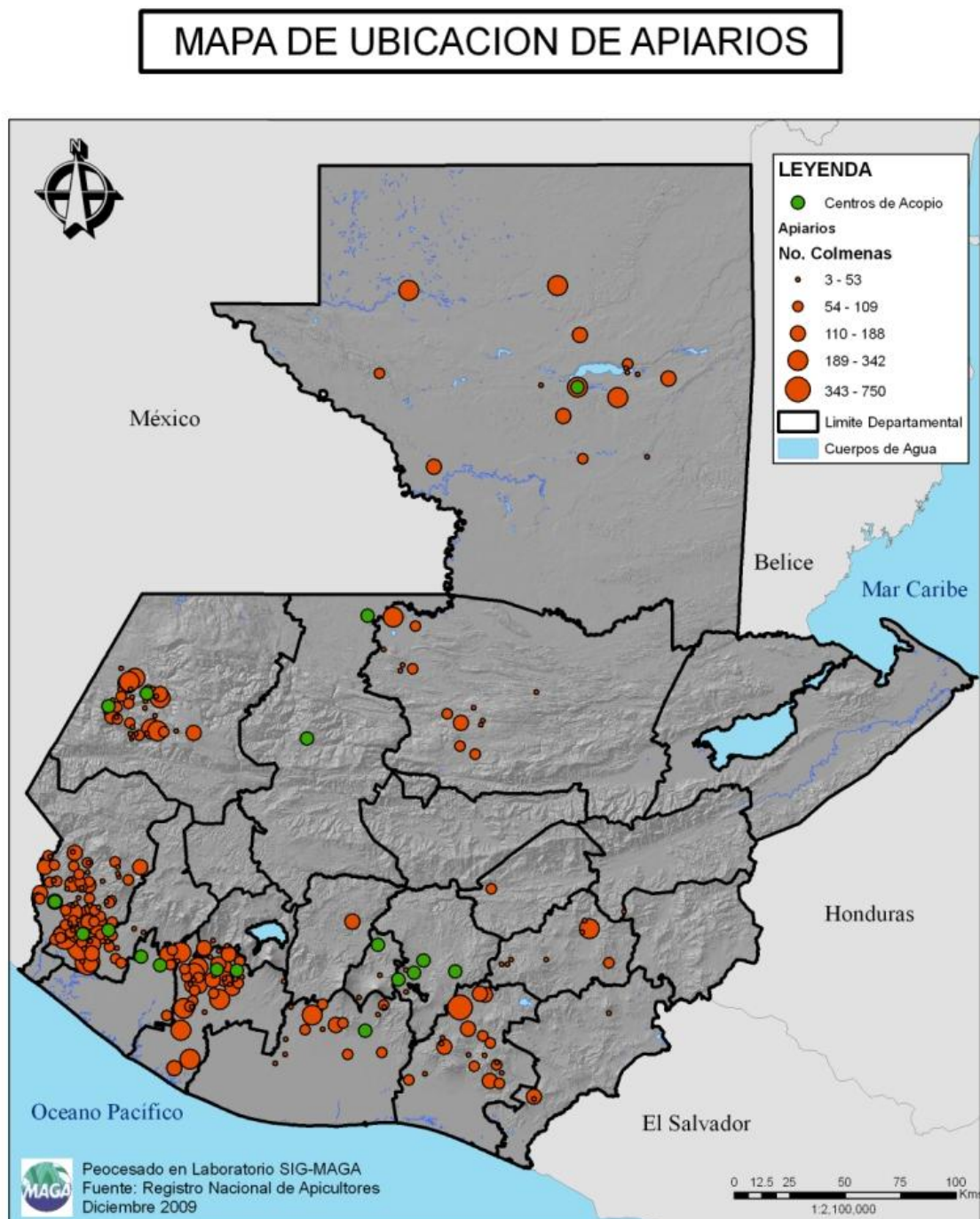


9.5. Mapa de densidad de colmenas.



Fuente: Rodríguez, P. 2010

9.6. Mapa de ubicación de apiarios.



Fuente: Rodríguez, P. 2010

Tabla No. 10. Resultados de laboratorio de 50 muestras de miel de abejas provenientes de centros de acopio de cuatro regiones apícola de Guatemala.

No.	Región	Código Muestra	Bacterias totales	Recuento de Coliformes	Recuento de <i>E. coli</i>	Hongos y Levaduras	Cultivo de <i>Clostridium spp.</i>
1	NORTE	01-P	220,000 UFC/g *	2000 UFC/g *	Negativo	Negativo	Negativo
2		02-P	2000 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
3		02-N	2000 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
4		04-P	3000 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
5		05-P	11000 UFC/g *	Negativo	Negativo	150 UFC/g *	Negativo
6		01 N	4000 UFC/ g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
7		03-N	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
8		04-N	1000 UFC/g	500 UFC/g *	Negativo	Negativo	Negativo
9		03-P	1000 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

No.	Región	Código Muestra	Bacterias totales	Recuento de Coliformes	Recuento de <i>E. coli</i>	Hongos y Levaduras	Cultivo de <i>Clostridium spp.</i>
10	SURORIENTE	01-SR	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
11		02-SR	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
12		03-SR	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
13		04-SR	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
14		05-SR	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
15		SR-06	3000 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

No.	Región	Código Muestra	Bacterias totales	Recuento de Coliformes	Recuento de <i>E. coli</i>	Hongos y Levaduras	Cultivo de <i>Clostridium spp.</i>
16	SUROCCIDENTE	01-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
17		05-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
18		06-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
19		04-SOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
20		05-SOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
21		06-SOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
22		12-SOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
23		08-SM	1000 UFC/g	Negativo	Negativo	150 UFC/g *	Negativo
24		07-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
25		03-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
26		04-SM	3000 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
27		07-SOC	3000 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

28		10-SOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
29		11-SOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
30		01-SOC	3000 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
31		09-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
32		10-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
33		02-SOC	400 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
34		13-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
35		09-SOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
36		08-SOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
37		12-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
38		11-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
39		03-SOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
40		02-SM	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

No.	Región	Código Muestra	Bacterias totales	Recuento de Coliformes	Recuento de <i>E. coli</i>	Hongos y Levaduras	Cultivo de <i>Clostridium spp.</i>
41	NOROCCIDENTE	01 H	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
42		02 H	2000 UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
43		02-NOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
44		03-NOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
45		05-NOC	2000 UFC/g	Negativo	Negativo	1000 UFC/g *	Negativo
46		03-H	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
47		04 H	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
48		04-NOC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
49		05 H	1000 UFC/g	Negativo	Negativo	3000 UFC/g*	Negativo
50		01-Noc	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fuente: Investigación propia.

* Muestras que no cumplen con los parámetros establecidos por la Unión Europea.

Tabla No. 11. Número y porcentaje de muestras de miel de abejas que no cumplen con los parámetros de la Unión Europea por regiones evaluadas.

Análisis	Parámetros Unión Europea	Región Norte		Región Suroriente		Región Suroccidente		Región Noroccidente	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Bacterias Totales	10000 ufc/g	2	22.2	0	0	0	0	0	0
Coliformes totales	Ausencia	2	22.2	0	0	0	0	0	0
<i>E. coli</i>	Ausencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Hongos y levaduras	100 ufc/g	1	11.1	0	0	1	4	2	20
<i>Clostridium spp.</i>	Ausencia	0	0	0	0	0	0	0	0

Total de muestras positiva	5	55.5	0	0	1	4	2	20
-----------------------------------	----------	-------------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE “MEDICINA VETERINARIA”
“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA
MIEL DE ABEJA (*Apis mellifera* L.) EN CENTRO DE ACOPIO
DE CUATRO REGIONES APÍCOLAS DE GUATEMALA”

f. _____

DAVID AARÓN BARRIOS GONZÁLEZ

f. _____

Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel

ASESOR PRINCIPAL

f. _____

M.V. Blanca Josefina Zelaya

de Romillo

ASESOR

f. _____

M.V. Gustavo Enrique Taracena

Gil

ASESOR

IMPRÍMASE

f. _____

Lic. Zoot. MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez

DECANO